

ESTRATEGIA PARA LA SELECCIÓN DE LOS MEJORES ANIMALES
PARA DETERMINADOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN Y MERCADOS

NUTRIGENÓMICA APLICADA

A LA CALIDAD DEL TERNASCO DE ARAGÓN

/ Jorge Hugo Calvo^{1,2,5}, Mireia Blanco^{1,2}, Elda Dervishi³, Guillermo Ripoll^{1,2}, Laura González-Calvo¹, María Pilar Sarto¹, M^a Magdalena Serrano⁴, Margarita Joy^{1,2}

¹Unidad de Producción y Sanidad Animal, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)

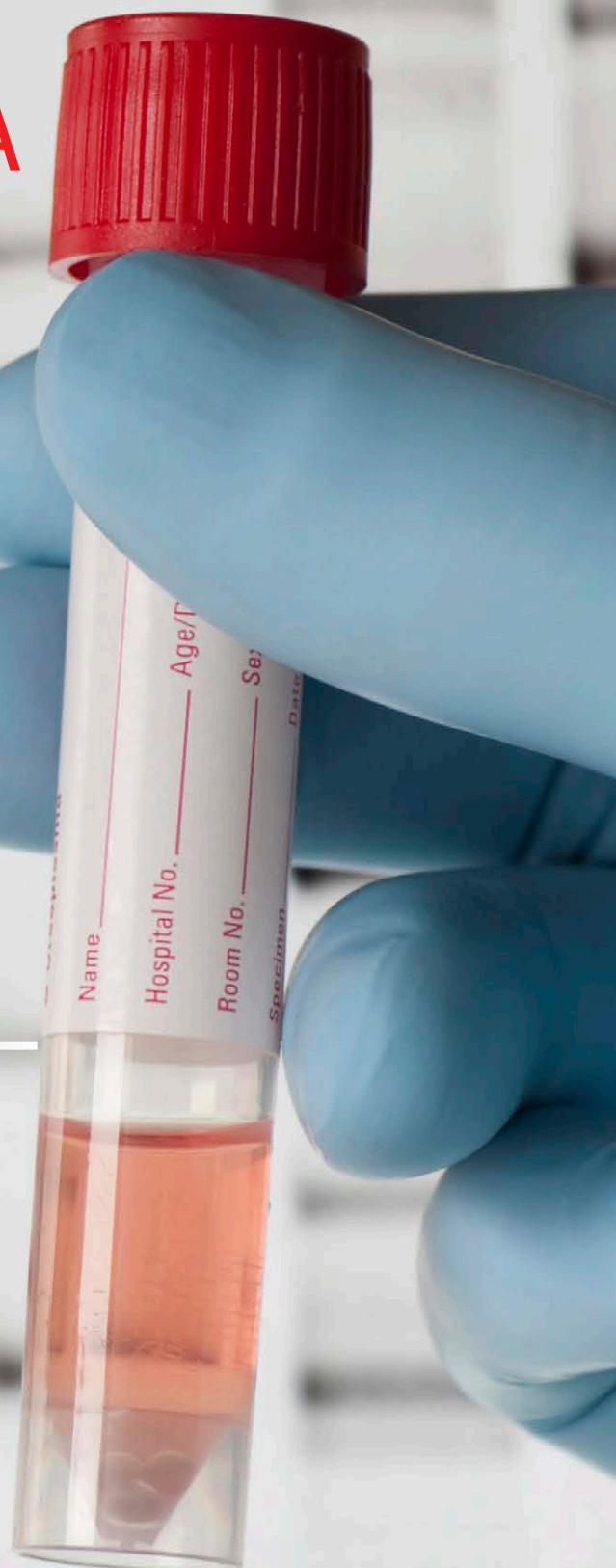
²Instituto Agroalimentario de Aragón - IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza)

³Universidad de Alberta, Edmonton, Canadá

⁴Departamento de Mejora Genética Animal, INIA

⁵ARAID

A través de dos proyectos financiados por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y fondos FEDER, con los nombres 'Factores genético nutricionales implicados en la calidad de la carne de corderos ligeros' y 'Estudio de factores genético-nutricionales implicados en el contenido de vitamina E en la carne de corderos ligeros mediante expresión diferencial del transcriptoma y genotipado de alta densidad utilizando plataformas de análisis masivos', se ha llevado a cabo una investigación sobre la integración de la nutrigenómica en la producción animal.



La nueva investigación pretende avanzar en el conocimiento de la base genética, e interacción gen-nutriente, y de los mecanismos moleculares implicados en el contenido en vitamina E y un perfil de ácidos grasos más saludables en la carne de ternasco. Su finalidad es conocer los mecanismos que influyen en la obtención de una carne con mayor contenido de esta vitamina, así como en ácidos grasos más saludables desde el punto de vista de la salud humana.

Las actuales directrices de la UE se dirigen a fomentar el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles que además de garantizar el bienestar animal y preservar el medio ambiente, permitan obtener productos de alta calidad, saludables y libres de residuos. Asimismo es manifiesto que en los países desarrollados, el consumidor, actualmente, exige un producto sano y de calidad que debe ser ofrecido con un conocimiento científico que es escaso (Morbidini et al., 2001). Muchos factores influyen en la calidad del producto (raza, estado fisiológico, edad, mercado, sanidad, bienestar animal), siendo la alimentación uno de los más importantes para la calidad del producto.

Estas circunstancias junto con la actual reforma de la Política Agraria Comunitaria, favorecen la producción extensiva, basada en el aprovechamiento máximo de zonas pastorales, la cual tiene entre los consumidores

Europeos, cada vez más, una mejor imagen que la producción intensiva, cuyos animales son criados en cebaderos con dietas constituidas mayoritariamente por concentrados. Además no se puede olvidar que la información científica apunta claras ventajas de los productos animales obtenidos en pastoreo sobre la salud humana (Chilliard et al., 2001; Schmid et al., 2006), aspecto que puede ser decisivo en el futuro de estas producciones.

Entre los parámetros que definen la calidad de la carne en relación con la salud humana, destacan el contenido de ácidos grasos saturados (AGS) y poliinsaturados (AGPI), y la relación de AGPI omega-6/omega-3 (n6-/n-3). Según los estudios médicos, para que la grasa sea saludable debe cumplir una serie de características: tener una relación AGPI:AGS mayor de 0.45, y la relación AGPI n-6/n-3 menor de 4 (Scollan et al., 2006), así como un alto contenido de ácido linoleico conjugado (ALC). Por otra parte, diferentes estudios médicos han puesto de manifiesto la importancia de la vitamina E como un antioxidante que protege el tejido corporal del daño causado por los radicales libres. La vitamina E es un antioxidante con reconocidas virtudes sobre la salud humana (prevención de enfermedades cardiovasculares, Parkinson y otras enfermedades nerviosas) (Saremi y Arora, 2010; Schewenke y Behr, 1998; Ozer y Azzi, 2000).


MG

DAMOS VIDA A SUS PROYECTOS.

MECÁNICAS GARROTXA

Robustez al servicio de la tecnología.



LÍNEAS COMPLETAS PARA MATADEROS, SALAS DE DESPIECE Y TRIPERÍAS

DISEÑO Y FABRICACIÓN, FLEXIBILIDAD, ADAPTACIÓN, SERVICIO POST-VENTA,
STOCK PERMANENTE DE PIEZAS CLAVES.

WWW.MECGARROTXA.COM

Carrer Terrassa, 15-25
17800 OLOT (Girona) SPAIN
Tel. +34 972 26 07 24
Fax. +34 972 26 92 72

Dicha vitamina se encuentra de forma natural en los forrajes pero también se adiciona en los piensos comerciales utilizados en el cebo de corderos. La vitamina E retrasa la oxidación alargando la vida útil del producto. Con la oxidación, aparecen olores y sabores a rancio, se altera el color y la textura, y desciende el valor nutritivo al degradarse algunas vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados. Finalmente, la vitamina E es un micronutriente liposoluble que puede estudiarse como marcador del tipo de alimentación que recibe el animal ya que su concentración varía en función de la dieta recibida, existiendo una relación positiva entre la concentración ingerida y la observada en plasma, leche y músculo.

Con estos antecedentes se hace necesario el desarrollo de estrategias que además de incrementar la calidad de los productos agroalimentarios de origen animal, tales como la carne, leche, etc., permita a los productores mantener una posición competitiva en el mercado, merced al valor añadido de producciones diferenciadas. Una de estas estrategias propuestas por la FAIP (Farm Animal Industrial Plattform) para lograr estos fines es incorporar la genómica a los esquemas de selección de las razas. En este sentido, la Nutrigenómica supone una nueva aproximación de las investigaciones en nutrición, que aúna la aplicación de las poderosas tecnologías de la genómica funcional (transcriptómica, proteómica, metabolómica), junto a la bioinformática y la biología molecular, con técnicas nutricionales y bioquímicas clásicamente establecidas (Gómez Ayala, 2007; Pérez-Martínez et al., 2008).

Entre sus objetivos esenciales están determinar los efectos y mecanismos por los cuales la alimentación, sus componentes individuales y las combinaciones de ellos regulan los procesos metabólicos dentro de las células y tejidos del organismo, así como las aplicaciones de estos nuevos conocimientos. En consecuencia la integración de la Nutrigenómica en la producción animal permitirá conocer las interacciones gen-nutriente sobre caracteres relacionados con la calidad de la carne, tanto en el aspecto sensorial, como en su relación con la salud humana: contenido de ácidos grasos saturados, grasa, proteína, colesterol, o los isómeros del ácido linoleico conjugado, contenido de vitamina E, etc.

La investigación fue llevada a cabo en la raza ovina Rasa aragonesa con el objetivo de identificar los mecanismos implicados en la obtención de un perfil de ácidos grasos más saludable y en el contenido en vitamina E en la carne de ternasco. Una vez conocidos los mecanismos moleculares implicados se podrían implementar diferentes estrategias de manejo, genéticas o de alimentación, con el objetivo de mejorar la calidad del alimento o por ejemplo alargar la vida

útil del producto. En este sentido, la identificación de estos genes podría llevar a su utilización para llevar a cabo una selección asistida por marcadores (SAM) incrementando el contenido de vitamina E mediante la selección de variantes genéticas favorables en los animales, que en función de su contenido final en carne podría incrementar la vida útil de la misma mediante la disminución de la oxidación lipídica.

Entre los parámetros que definen la calidad de la carne en relación con la salud humana, destacan el contenido de ácidos grasos saturados y poliinsaturados y la relación de AGPI omega-6/omega-3

Resultados

Para llevar a cabo estos estudios se realizaron dos ensayos basados en sistemas de producción tradicionales de ternasco de Aragón, sistemas más intensivos con pienso en comparación con sistemas de pastoreo. Además se estudió el efecto de la inclusión de vitamina E en el pienso de los corderos.

En el primer ensayo se estudió el efecto de cuatro sistemas de producción sobre el crecimiento del cordero, perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular y en la expresión de genes relacionados con el metabolismo lipídico en el músculo semitendinoso en animales de la raza Rasa Aragonesa. Los sistemas estudiados fueron los siguientes: ALF: ovejas y corderos en pastoreo de alfalfa, ALF+S: ovejas y corderos en pastoreo de alfalfa más suplemento de pienso para los corderos, IND-GRE: pastoreo de las ovejas durante 8 h y estabulación 16 h y corderos en aprisco con concentrado ad libitum e IND: estabulado continuo de ovejas y corderos. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en el peso al nacimiento, peso al destete, peso al sacrificio, espesor de grasa dorsal, y contenido total de la grasa intramuscular entre los 4 grupos. En cuanto a la ganancia media diaria (GMD) de los corderos, se encontró que los corderos en pastoreo de alfalfa con suplemento (ALF+S) presentaron mayores crecimientos que los estabulados (IND). Los sistemas de alimentación de pastoreo (ALF y ALF+S) presentan contenido más alto de los ácidos grasos laurico, mirístico, y araquídico en comparación con los sistemas de alimentación estabulados (IND e IND-GRE) (Tabla 1). El sistema de producción afectó

al contenido de margaroleico, oleico y vaccénico. El contenido en ácido oleico fue mayor en ambos grupos estabulados (IND y IND-GRE), aunque las diferencias significativas se observaron sólo entre éstos y el grupo ALF+S. El contenido de ácido linolenico fue mayor en ambos grupos de pastoreo (ALF y ALF+S) comparado con los grupos estabulados (IND y IND-GRE), mientras que el contenido en ácido linoleico fue mayor en el grupo IND-GRE comparado con ALF. El contenido del isómero cis-9, trans-11 ALC era mayor en ambos grupos de pastoreo (ALF y ALF+S; Dervishi et al., 2010).

La mayoría de los índices de ácidos grasos se vieron afectados por el sistema de producción (Tabla 2), aunque no pudimos detectar diferencias estadísticamente significativas en el contenido total de AGPI entre tratamientos., El contenido de AGPI n-6 fue menor en el grupo ALF, siendo significativas las diferencias entre el grupo ALF con el grupo IND-GRE. Al contrario, el contenido de AGPI de la serie n-3 fue mayor en ambos grupos de pastoreo (ALF y ALF+ S) comparado con los grupos estabulados (IND y IND-GRE).

Ácidos grasos (% total AG)	Sistema de alimentación				ES	P-valor
	ALF	ALF+S	IND	IND-GRE		
Cáprico C10:0	0,25 ^{bc}	0,26 ^c	0,17 ^a	0,20 ^{ab}	0,020	0,025
Laurico C12:0	0,62 ^a	0,63 ^a	0,27 ^b	0,39 ^b	0,057	0,002
Mirístico C14:0	5,71 ^a	5,65 ^a	3,31 ^b	4,03 ^b	0,349	0,007
Palmítico C16:0	22,6	22,66	22,54	22,87	0,381	0,807
Palmitoleico C16:1	3,03	2,87	2,86	2,81	0,113	0,037
Margárico C17:0	1,17 ^a	1,18 ^a	1,7 ^b	1,49 ^b	0,093	0,002
Margaroleico C17:1	0,89 ^{ab}	0,84 ^a	1,27 ^c	1,09 ^{bc}	0,080	0,015
Esteárico C18:0	11,38	12,05	11,67	11,62	0,507	0,675
Oleico C18:1 n-9	34,12 ^{ab}	33,56 ^a	39,69 ^c	37,23 ^{bc}	1,203	0,001
Vaccénico C18:1 n-7	3,94 ^{ab}	4,18 ^b	3,47 ^a	3,92 ^{ab}	0,188	0,023
Linoleico C18:2 n-6	6,42 ^a	6,89 ^{ab}	7,35 ^{ab}	8,22 ^b	0,526	0,000
Linolénico C18:3 n-3	2,56 ^a	2,58 ^a	0,65 ^b	0,81 ^b	0,139	0,000
ALC C18:2 cis9-trans11	1,17 ^a	1,12 ^a	0,41 ^b	0,54 ^b	0,074	0,000
Araquídico C20:0	0,08 ^a	0,09 ^a	0,07 ^b	0,06 ^b	0,005	0,034
Gondoico C20:1 n-9	0,09	0,1	0,09	0,1	0,006	0,055
Araquidónico C20:4 n-6	2,28	2,03	2,35	2,39	0,208	0,102
Eicosapentaenoico C20:5 n-3	1,3 ^a	1,16 ^a	0,53 ^b	0,58 ^b	0,109	0,000
Docosatetraenoico C22:4 n-6	0,08 ^a	0,08 ^a	0,17 ^b	0,16 ^b	0,013	0,000
Docosapentaenoico 22:5 n-3	1,37 ^a	1,25 ^a	0,81 ^b	0,85 ^b	0,108	0,000
Docosahexaenoico C22:6 n-3	0,86 ^a	0,73 ^{ab}	0,52 ^b	0,54 ^b	0,094	0,000

Tabla 1. Valores medios de los diferentes ácidos grasos en el músculo semitendinoso en corderos de la raza Rasa Aragonesa según el sistema de alimentación.

¹Letras diferentes muestran diferencias significativas al nivel P<0,05. ES error estándar. ALF, pastoreo Alfalfa; ALF+S, pastoreo alfalfa con suplemento para los corderos; IND-GRE, corderos estabulados con madres pastoreando, e IND: corderos y madres estabulados.

Se han caracterizado sistemas de producción tradicionales de ternasco de Aragón, mostrando que los sistemas de pastoreo promueven la acumulación de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) n-3, menor ratio de AGPI n-6/n-3, y mayor contenido de ácido linoleico conjugado (ACL) en músculo, lo cual tiene implicaciones beneficiosas para la salud humana

En el segundo ensayo, se empleó un modelo animal formado por 62 corderos machos de Rasa Aragonesa provenientes de parto simple que fueron distribuidos de forma aleatoria en 5 tratamientos: un grupo de corderos pastando en alfalfa junto a sus madres (ALF, n=8); corderos alimentados desde el destete al sacrificio con pienso control (T, n=12); corderos alimentados durante diferentes periodos previos al sacrificio con pienso enriquecido con acetato de α -tocoferol, que es una forma química del α -tocoferol utilizado en alimentación (500 mg de DL-acetato de α -tocoferol/kg de concentrado), agrupándose en 3 tratamientos: corderos alimentados con pienso enriquecido con acetato de α -tocoferol durante 10 días antes del sacrificio (VE10d, n=14), 20 días (VE20d, n=14) y 30 días (VE30d, n=14). Durante el periodo entre el destete y el uso de pienso enriquecido fueron alimentados con el pienso control.

Los estudios de la vida útil de la carne y el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular, mostraron que la inclusión de vitamina E en la dieta de cebo de corderos mejoró la estabilidad oxidativa de la carne comparada con la carne de corderos alimentados con pienso control sin adición de vitamina E (Figura 1) (Ripoll et al., 2013). La suplementación con vitamina E mostró que los niveles de α -tocoferol aumentaron sig-

nificativamente en plasma durante los primeros 7 días de ingesta, alcanzando la saturación en plasma a partir del día 11 de ingesta. En los músculos *Longissimus thoracis* y *Semitendinosus*, el contenido en α -tocoferol aumentó hasta el final del estudio.

Se observó que un contenido de α -tocoferol mayor de 0,60 mg/kg en la carne fresca disminuyó significativamente la oxidación lipídica (Figura 2) y la formación de meta-mioglobina, aumentando de esta manera la estabilidad en el color, en el músculo *Longissimus thoracis* (González-Calvo et al., 2015). El nivel de 0,61-0,90 mg/kg de α -tocoferol se podría alcanzar con un periodo de suplementación de 500 mg de acetato de dl- α -tocoferol/kg concentrado durante un periodo entre 7 y 14 días previos al sacrificio. En cuanto al pastoreo con alfalfa de corderos no destetados, se observó que un periodo mayor a 58 días pastando en alfalfa fue necesario para reducir la oxidación lipídica a niveles inferiores a 0,6 mg MDA/kg carne.

La inclusión de vitamina E en el concentrado no modificó el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular, sin embargo el pastoreo con alfalfa sí que promovió un perfil de ácidos grasos más saludable para la salud humana debido a la acumulación de AGPI n-3 que condujo a un menor ratio de AGPI n-6:n-3, estando más relacionado con el tipo de alimento, pastoreo en alfalfa, que con la presencia de vitamina E (González-Calvo et al., 2014).

Con el objetivo de avanzar en el conocimiento de la base genética, e interacción gen-nutriente, y de los mecanismos moleculares implicados en el contenido en vitamina E y el perfil de ácidos grasos en la carne de

Índices de ácidos grasos	Sistema de alimentación				ES	P-valor
	ALF	ALF+S	IND	IND-GRE		
AGPI n-3	6,1 ^a	5,7 ^a	2,5 ^b	2,8 ^b	0,402	0,000
AGPI n-6	8,7 ^a	9,01 ^{ab}	9,8 ^{ab}	10,77 ^b	0,704	0,000
n-6/ n-3	1,44 ^a	1,57 ^a	4,00 ^b	4,19 ^b	0,253	0,000
AGS	41,82 ^a	42,55 ^a	39,76 ^b	41,20 ^{ab}	0,720	0,048
AGMI	42,08 ^a	41,56 ^{ab}	47,41 ^c	45,17 ^{bc}	1,262	0,004
AGPI	14,89	15,87	12,82	14,13	1,461	0,314
AGPI/ AGS	0,35	0,37	0,32	0,34	0,027	0,709

Tabla 2. Valores medios de los diferentes índices de ácidos grasos (expresado en porcentaje del total de AG) en el músculo semitendinoso en corderos de la raza Rasa Aragonesa según el sistema de alimentación.

Letras diferentes en la misma fila muestran diferencias significativas al nivel $P < 0,05$. ES, error estándar. ALF, pastoreo Alfalfa; ALF+S, pastoreo alfalfa con suplemento para los corderos; IND-GRE, corderos estabulados con madres pastoreando; e IND, corderos y madres estabulados. La ratio AGPI/ AGS se calculó $(C18:2+C18:3+C20:4+C20:5+C22:4+C22:5+C22:6) / (C12:0+C14:0+C16:0+C18:0+C20:0)$. La ratio n-6/ n-3 se calculó $(C18:2 \text{ n-6}+C20:4 \text{ n-6}+C22:4 \text{ n-6}) / (C18:3 \text{ n-3}+C20:5 \text{ n-3}+C22:5 \text{ n-3}+C22:6 \text{ n-3})$.

corderos tipo ternasco se llevaron a cabo dos metodologías. Por un lado, la metodología del gen candidato que consiste en estudiar un número limitado de genes y que además presentan una función bioquímica y/o fisiológica relacionada con los caracteres en cuestión (por ejemplo transportadores de vitamina E, proteínas relacionadas con el metabolismo de ácidos grasos, etc.). Por otra parte, tecnologías de análisis masivos en los que en una sola muestra se estudian miles de genes independientemente de la función que tengan los mismos. En cuanto a la estrategia del gen candidato se han encontrado genes expresados diferencialmente en función de la alimentación y asociados a una calidad de producto diferenciada (perfil de ácidos grasos o contenido en vitamina E) que nos ha proporcionado una visión básica de su función en el metabolismo y como se afecta esta por la alimentación (Dervishi et al., 2010; Dervishi et al., 2011; González-Calvo et al., 2014a). Además, estos genes son candidatos sobre los que buscar polimorfismos o variantes génicas que puedan afectar a la expresión o función del gen asociada a una calidad de producto, detectando hasta el momento diferentes variantes génicas que podrían estar asociadas con el metabolismo de las grasas o de la vitamina E. Una vez validados estos polimorfismos, así como estudiado su posible relación con la calidad de los productos podrían ser utilizados en selección asistida por marcadores para producir determinadas líneas de productos, o por ejemplo certificar productos que tengan más

vida útil. En este sentido destacaríamos uno de los primeros ejemplos de Nutrigenómica/nutrigénica descritos hasta el momento en Producción animal en rumiantes: La expresión del gen estearoil-CoA desaturasa (SCD) está modulado por el sistema de alimentación y el genotipo del animal. El genotipo CC (homocigotos para el alelo C) en los sistemas estabulados y alimentados con concentrado está asociado con mayores niveles de expresión de SCD y menor cantidad de ALC, y en los sistemas en pastoreo está asociado con menores niveles de expresión de SCD y mayor contenido de ALC. Los genotipos CC y CA (animales portadores del alelo C) se comportan igual en los sistemas en pastoreo. Mientras en los sistemas en estabulación, con una dieta con mayor nivel energético y menores necesidades de mantenimiento el genotipo CC está modulando la menor expresión y el contenido de ácido oleico en carne en comparación con el genotipo CA (González-Calvo et al., 2014b).

En cuanto al uso de tecnologías de análisis masivos se escogieron 7 animales de cada uno de los grupos considerados extremos en función del contenido de vitamina E y valores de oxidación lipídica mediante TBARS (dentro de los grupos T y VE30 se escogieron los 7 animales con menor y mayor contenido de vitamina E en músculo), identificando diferentes genes relacionados con estos caracteres de contenido de vitamina E en carne y suero. Para ello se analizaron músculo Longissimus thoracis, grasa subcutánea,

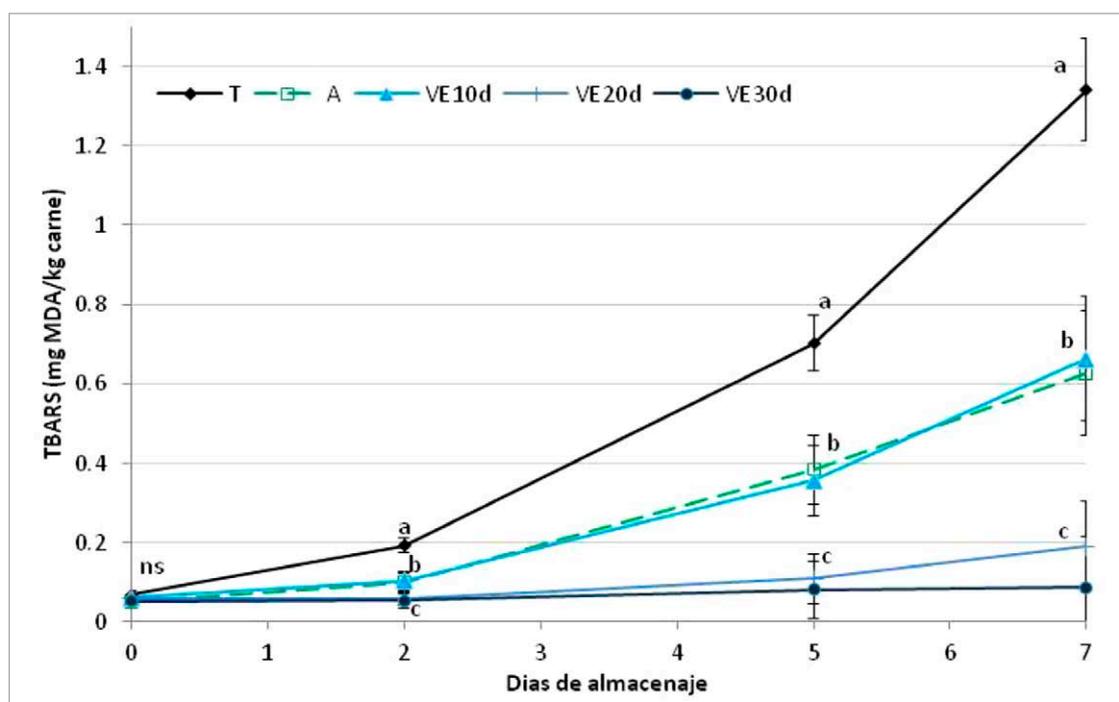


Figura 1. Valores de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS; en mg/kg) en función de los días de almacenaje de la carne tras el sacrificio, dependiendo del tipo de alimentación. Los ensayos de TBARS miden malondialdehído (MDA) presente en la muestra, así como malondialdehído generada a partir de hidroperóxidos de lípidos, y son indicadores de oxidación lipídica. Diferentes letras indican diferencias significativas ($P < 0,05$). Las barras de error representan el error estándar.

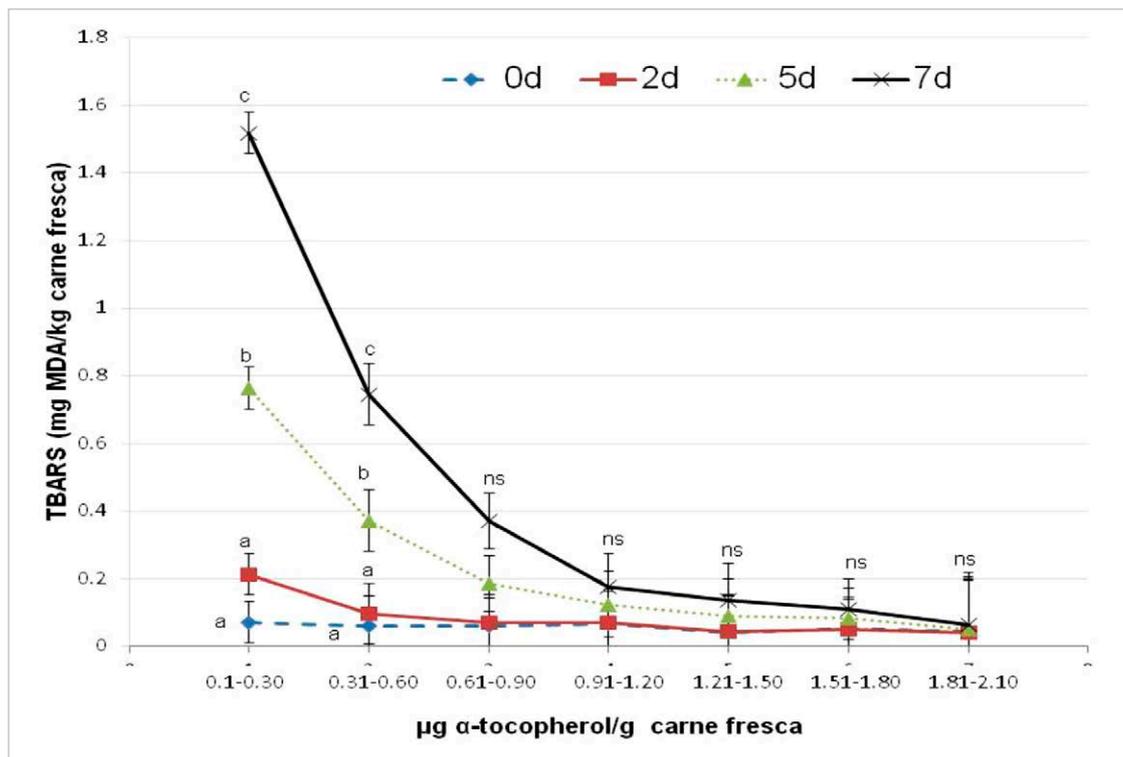


Figura 2. Relación entre oxidación lipídica y contenido de α-tocoferol en el músculo Longissimus thoracis. Diferentes letras indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los días de almacenaje tras el sacrificio y la concentración de α-tocoferol. Las barras de error representan el error estándar.

hígado e intestino delgado. Como resultados más interesantes destaca que se han detectado genes relacionados con la oxidación lipídica, procesos anti-inflamatorios y protección al estrés celular que podrían estar influyendo en el efecto de la inclusión de la

vitamina E en la dieta (González-Calvo et al., 2017). En cuanto a los animales en pastoreo se identificaron procesos relacionados con la oxidación lipídica pero también con el balance energético de los animales, que podrían influir en una mayor eficiencia productiva



de los animales. Por otra parte, se han detectado marcadores genéticos en genes que incrementan el contenido de vitamina E en suero, y por lo tanto en carne (ya que existe una relación directa entre los niveles de suero y el contenido final en músculo de vitamina E). Estos genes podrían ser utilizados para llevar a cabo una selección asistida por marcadores incrementando el contenido de vitamina E mediante la selección de variantes favorables, que en función de su contenido final en carne podría incrementar la vida útil de la misma mediante la disminución de la oxidación lipídica.

De esta manera, conocer que genes están implicados en la variabilidad que presenta un carácter, como están asociados, como interactúan con la alimentación o sistema productivos en los que se explotan a los animales, y como la interrelación entre genoma, alimentación y sistema productivo determina la calidad de los productos destinados a consumo humana o rendimiento productivo de los animales, nos permitirá llevar a cabo la selección de los mejores animales para determinados sistemas de producción y mercados.●

Referencias bibliográficas

- Chilliard, Y., Ferlay, A. y Doreau, M. 2001. Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat composition and secretion, specially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livestock Production Science* 70:31-48
- Dervishi, E., Serrano, C., Joy, M., Serrano, M., Rodellar, C. y Calvo, J. H.. 2010. Effect of the feeding system on the fatty acid composition, expression of the Δ^9 -desaturase, Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Alpha, Gamma, and Sterol Regulatory Element Binding Protein 1 genes in the semitendinous muscle of light lambs of the Rasa Aragonesa breed. *BMC Veterinary Research* 6: 40.
- Dervishi, E., Serrano, C., Joy, M., Serrano, M., Rodellar, C. y Calvo, J. H.. 2011. The effect of feeding system in the expression of genes related with fat metabolism in semitendinous muscle in sheep. *Meat Science* 89: 91-97.
- Gómez Ayala, A.E. 2007. Nutrigenómica y nutrigenética: la relación entre la alimentación, la salud y la genómica. *Offarm: Farmacia y Sociedad* 26: 78-85.
- González-Calvo, L., Joy, M., Alberti, C., Ripoll, G., Molino, F., Serrano, M. y Calvo, J.H.. 2014a. Effect of finishing period length with α -tocopherol supplementation on the expression of vitamin E-related genes in the muscle and subcutaneous fat of light lambs. *Gene* 552: 225-233.
- González-Calvo, L., Iguacel, L., Bolado-Carrancio, A., Dervishi, E. Serrano, M., G. Ripoll, F. Molino, Blanco, M., M. Joy, Rodríguez-Rey, J. y J. H. Calvo. 2014b. A functional variant in the promoter region of ovine stearoyl-CoA desaturase gene (SCD) affects gene expression and fatty acid profile in muscle. *Congreso de la ISAG, Xi'An (China)*.
- González-Calvo, L., Ripoll, G., Molino, F., Calvo, J. H. y Joy, M.. 2015. The relationship between muscle α -tocopherol concentration and meat oxidation in light lambs fed vitamin E supplements prior to slaughter. *Journal of the science of food and agriculture* 95: 103-110
- González-Calvo, L., Dervishi, E., Joy, M., Sarto, P., Martín- Hernández, R., Serrano, M., Ordovás, J. M., Calvo, J.H. 2017. Genome-wide expression profiling in muscle and subcutaneous fat of lambs in response to the intake of concentrate supplemented with vitamin E or alfalfa grazing. *BMC Genomics* 18: 92.
- Pérez-Martínez, P., López-Miranda, J., María Ordovás, J.M. y Pérez-Jiménez, F.. 2008. Nutrición en la era de la genómica: hacia una alimentación personalizada. *Medicina Clínica* 130: 103-108.
- Morbidini L., Sarti, D.M., Pollidori, P. y Valigi, A. 2001. Carcass, meat and fat quality in italian merino derived lambs obtained with organic farming systems. *Proceedings of Production systems and product quality in sheep and goats. Options méditerranéennes.-Serie -A- Séminaires-Méditerranéens* 46: 29-33.
- Ripoll, G., González-Calvo, L., Molino, F., Calvo, J. H. y Joy, M. 2013. Effects of finishing period length with vitamin E supplementation and alfalfa grazing on carcass color and the evolution of meat color and the lipid oxidation of light lambs. *Meat Science* 93: 906-913.
- Schmid, A., Collomb, M., Sieber, R. y Bee, G. 2006. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: a review. *Meat Science* 73: 29-41.
- Scollan, N., Hocquette, J.F., Nuernberg, K., Dannenberger, D., Richardson, I. y Moloney, A. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science* 74:17-33.
- Saremi, A. y Arora, R. 2010 Vitamin E and cardiovascular disease. *American Journal of Therapeutics* 17(3): 56-65.
- Schwenke, D.C. y Behr, S.R. 1998. Vitamin E combined with selenium inhibits atherosclerosis in hypercholesterolemic rabbits independently of effects on plasma cholesterol concentrations. *Circulation Research* 83(4):366-77.
- Ozer, N.K. y Azzi, A. 2000. Effect of vitamin E on the development of atherosclerosis. *Toxicology* 148 (2-3):179-185.

TECNO

CARNE

EQUIPOS Y PRODUCTOS PARA

LA INDUSTRIA DE LA CARNE

Interempresasmedia
www.interempresas.net

MAYO 2017 / Nº4

Optimización de los cortes de la canal

EL FUTURO DE LA INDUSTRIA:
CARNE SALUDABLE

ENVASE INNOVADOR PARA
AUMENTAR LA VIDA ÚTIL

USO DE ALTAS PRESIONES
EN LA INDUSTRIA CÁRNICA

sumario



■ ■ ■ ACTUALIDAD	4
------------------------	---

■ ■ ■ PANORAMA

Situación actual y proyección del sector cárnico	8
--	---

El disfrute, la calidad y la facilidad de preparación, palancas de crecimiento del sector cárnico.....	14
--	----

La carne, cuestión de antropología	18
--	----

Una mutación genética en cerdos favorece una carne de mayor jugosidad y sabor	20
---	----

La nueva carne de cordero	22
---------------------------------	----

Producción de cebones de raza tudanca en pastoreo: la castración como estrategia para mejorar el nivel de engrasamiento y la calidad de la carne	24
--	----

Un envase innovador puede minimizar los desperdicios y maximizar los beneficios.....	38
---	-----------

Meat Attraction, la nueva y potente feria del sector cárnico.....	42
---	----

El futuro de la industria: carne saludable.....	44
--	-----------

Estudio de los efectos de la carne de conejo en la dieta de mujeres de más de 40 años.....	48
--	----

Aplicación industrial de la alta presión en la industria cárnica.....	52
--	-----------

Revolucionar la distribución en la era digital	58
--	----

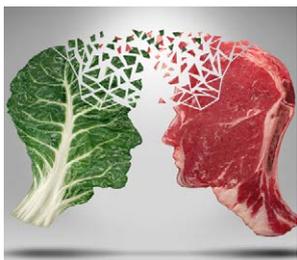
Suministro de vacío centralizado para un envasado fiable y eficiente	62
--	----

Nutrigenómica aplicada a la calidad del ternasco de Aragón	64
--	----

Entrevista a Alfonso Alcázar, presidente del Consorcio del Chorizo Español	72
--	----

Sílices mesoporosas para la extracción de contaminantes en la carne	76
---	----

Innovar en el mercado con potentes equipos de vacío.....	80
--	----



Director: David Pozo
Coordinación editorial: Nina Jareño
Coordinación comercial: Imma Borràs
Consejo editorial: Susana Cofrades [investigadora del grupo de Carne y Productos Cárnicos del ICTAN-CSIC], Montserrat Mor-Mur [Planta de Tecnología dels Aliments, UAB], Núria Panella [investigadora en Ciencias de la Carne, IRTA]

Edita: **Interempresasmedia**

Director: Angel Hernández
Director Adjunto: Àngel Burniol
Director Área Industrial: Ibon Linacisoro
Director Área Agroalimentaria: David Pozo
Director Área Construcción e Infraestructura: David Muñoz

Jefes de redacción: Nerea Gorriti, José Luis París
Redactores: Esther Güell, Javier García, Nina Jareño, Carmen Fernández, María Fernández, Helena Esteves, Laia Quintana, Eduard Cortines, Laia Banús, Cristina Mínguez, Salvador Bravo

www.interempresas.net/info
comercial@interempresas.net • redaccion_tecnocarne@interempresas.net

Medior colaborador de:



grupo **NOVAÀGORA**

Director General: Albert Esteves
Director de Estrategia y Desarrollo Corporativo: Aleix Torné
Director Técnico: Joan Sánchez Sabé
Director Administrativo: Jaume Rovira
Director Logístico: Ricard Vilà

Amadeu Vives, 20-22
08750 Molins de Rei (Barcelona)
Tel. 93 680 20 27 - Fax 93 680 20 31

Delegación Madrid
Av. Sur del Aeropuerto de Barajas, 38
Centro de Negocios Eisenhower, edificio 4, planta 2, local 4
28042 Madrid
Tel. 91 329 14 31

www.novaagora.com

Audiencia/difusión en internet
y en newsletters auditada
y controlada por:



Interempresas Media
es miembro de:



Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de cualquier apartado de la revista.

D.L.: B-30.165/2015 - ISSN Revista: 2462-4101 - ISSN Digital: 2462-618X